

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

ANNÉE 1936.

N°

THÈSE 639

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(*Diplôme d'Etat*)

PAR

Pierre ECKLÉ

ANCIEN EXTERNE DES HOPITAUX DE PARIS

MÉDECIN LÉGISTE DIPLOMÉ DE L'UNIVERSITÉ

Né le 15 Mars 1909 à Tourcoing (Nord)

SUR LA PÉNÉTRATION DES BALLE DANS LES VAISSEaux

(*étude expérimentale et médico-légale*)

PRÉSIDENT : M. BALTHAZARD, PROFESSEUR



VACHERAT - IMPRIMEUR

13, Rue Paul-Barruel

PARIS-XV°

1936

THÈSE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme à titre)

Pierre ECKLE

AGGREGÉ DE MÉDECINE, DOCTEUR EN MÉDECINE
Né le 12 Mars 1900, à Boulogne (Nord)

SUR LA PÉNÉTRATION DES BALLEES DANS LES VAISSEAUX

(étude expérimentale et médico-légale)

Présentée à la FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS



VACHERAT - IMPRIMERIE

13, Rue Paul-Bonvalet

PARIS-XV

1906

FACULTE DE MEDECINE DE PARIS

ANNÉE 1936.

N°

THÈSE

POUR LE

DOCTORAT EN MÉDECINE

(Diplôme d'Etat)

PAR

Pierre ECKLÉ

ANCIEN EXTERNE DES HOPITAUX DE PARIS

MÉDECIN LÉGISTE DIPLOMÉ DE L'UNIVERSITÉ

Né le 15 Mars 1909 à Tourcoing (Nord)

SUR LA PÉNÉTRATION DES BALLES DANS LES VAISSEAUX

(étude expérimentale et médico-légale)

PRÉSIDENT : M. BALTHAZARD, PROFESSEUR

●

VACHERAT - IMPRIMEUR

13, Rue Paul-Barruel

PARIS-XV°

1936

I. — PROFESSEURS

	MM.
Anatomie	ROUVIERE
Physiologie	Léon BINET.
Physique médicale	STROHL.
Clinique médicale	DESGREZ.
Bactériologie	Robert DEBRE.
Parasitologie et histoire naturelle médicale	BRUMPT.
Pathologie médicale et générale	BAUDOUIN.
Pathologie chirurgicale	CHEVASSU.
Anatomie pathologique	ROUSSY.
Histologie	CHAMPY.
Pharmacologie et matière médicale	TIFFENEAU.
Thérapeutique	HARVIER.
Hygiène et médecine préventive	TANON.
Médecine légale	BALTHAZARD
Histoire de la médecine et de la chirurgie	LAIGNEL-LAVASTINE.
Pathologie expérimentale et comparée	FIESSINGER.
Hydrologie thérapeutique et climatologie	Maurice HILARET.
	LOEPER.
Clinique médicale	CARNOT.
	CLERC.
	Marcel LABBE.
Hygiène et clinique de la première enfance	LEREBoullet.
Clinique des maladies des enfants	NOBECOURT.
Clinique des maladies mentales et des maladies de l'encéphale..	H. CLAUDE.
Clinique des maladies cutanées et syphilitiques.....	GOUGEROT.
Clinique des maladies du système nerveux.....	GUILLAIN.
Clinique des maladies infectieuses.....	LEMIERRE.
	GUNEO.
Clinique chirurgicale	JENORMANT.
	GREGOIRE.
	GOSSET.
Clinique ophtalmologique	TERRIEN.
Clinique urologique	MARION.
	BRINDEAU.
Clinique d'accouchements	JEANNIN.
	COUVELAIRE.
Clinique gynécologique	MOCQUOT.
Clinique chirurgicale infantile et orthopédie	OMBREDANNE
Clinique thérapeutique médicale	RATHERY.
Clinique oto-rhino-laryngologique	LEMAITRE.
Clinique thérapeutique chirurgicale	Pierre DUVAL
Clinique propédeutique	SERGEANT.
Clinique de la Tuberculose	BEZANÇON.
Clinique chirurgicale orthopédique de l'adulte	MATHIEU.
	HOVELACQUE
Professeurs sans chaire	MULON.
	OLIVIER.
	VERNE.



II. — AGREGES EN EXERCICE

MM.

BENARD (Henri). Pathologie médicale.
 BERNARD (Etienne). Pathologie médicale.
 BEZANÇON Justin, Hydrologie.
 BOULIN Pathologie médicale.
 BULLIARD .. Histologie.
 CATHALA ... Pathologie médicale.
 CHEVALLIER Pathologie médicale.
 DOGNON Physique.
 FEY Urologie.
 GALLIARD ... Parasitologie.
 GASTINEL ... Bactériologie.
 DE GAUDART D'ALLAINES. Pathologie chirurgicale.
 GAYET Physiologie.
 GIROUD Histologie.
 HAGUENAU .. Pathologie médicale.
 HALPHEN ... Oto-rhino-laryngologie.
 HAZARD Pharmacologie.
 HUGUENIN .. Anatomie pathologique.
 JOANNON ... Hygiène.
 LABBE (Henri) Chimie biologique.
 LACOMME ... Obstétrique.
 LANTUEJOUL Obstétrique.
 LAROCHE (Guy). Pathologie médicale.

MM.

LEMAIRE ... Pathologie expérimentale.
 LEVEUF Pathologie chirurgicale.
 M^{lle} J. LEVY.. Pharmacologie.
 LEVY-VALENSI. Neurologie et Psychiatrie.
 MOREAU Pathologie médicale.
 MOULONGUET. Pathologie chirurgicale.
 MOUQUIN ... Pathologie médicale.
 OBERLING ... Anatomie pathologique.
 PETIT-DUTAILLIS. Pathologie chirurgicale.
 PIEDELIEVRE. Médecine légale.
 PORTES Obstétrique.
 RICHET Physiologie.
 SANNIE Chimie biologique.
 SENEQUE ... Pathologie chirurgicale.
 TROISIER ... Pathologie expérimentale.
 TURPIN Pathologie médicale.
 VIGNES Obstétrique.
 WILMOTH ... Pathologie chirurgicale.

III. — AGREGES RAPPELES A L'EXERCICE

pour le service des examens

MM.

ALGLAVE ... Pathologie chirurgicale.
 BUSQUET ... Pharmacologie.
 CHAILLEY-BERT. Physiologie.

MM.

LEROUX Anatomie pathologique.
 NEVEU-LEMAIRE. Parasitologie.

IV. — AGREGES CHARGES DE COURS DE CLINIQUE ANNEXE

à titre permanent

MM.

ABRAMI	} Clinique médicale.
ALAJOUANINE ..	
AUBERTIN ..	
BRULE	
CHABROL ...	
CHIRAY	
DONZELOT ..	
DUVOIR	
IJAN	
PASTEUR-VAL- LERY-RADOT.	
SEZARY	

MM.

BASSET	} Clinique chirurgicale.
BROCO	
CADENAT ...	
GATELLIER ..	
HEITZ-BOYER	
MOURE	
QUENU	
SCHWARTZ ..	
VELTER	

MM.

ECALLE	} Clinique obstétricale.
GUENIOT	
LE LORIER ..	
LEVY-SOLAL.	
METZGER ...	

V. — CHARGES DE COURS

MM.

CHAILLY-BERT, agrégé	Education physique.
LEDOUX-LEBARD	Radiologie clinique.
WEIL-HALLE	Puériculture.
RUPPE	Stomatologie.



Par délibération en date du 9 décembre 1798, l'Ecole a arrêté que les opinions émises dans les dissertations qui lui seront présentées, doivent être considérées comme propres à leurs auteurs et qu'elle n'entend leur donner aucune approbation ni improbation.

A MA MERE

Qu'elle veuille bien accepter l'hommage de ce travail en témoignage de toute mon affection, de toute ma tendresse filiale pour toutes les preuves d'abnégation et de sacrifice qu'elle n'a cessé de me prodiguer depuis mon enfance.

A MA GRAND-MERE

(in memoriam)

En témoignage de mon infinie reconnaissance pour sa très grande générosité, à laquelle je dois d'avoir pu entreprendre et mener à bien toutes mes études.

A CEUX DES MEMBRES DE MA FAMILLE

ET DE MES AMIS

*Dont la fidèle et loyale affection ne
s'est jamais démentie à mon
égard dans les moments diffi-
ciles.*

A MONSIEUR LE PROFESSEUR BALTHAZARD,

Doyen honoraire de la Faculté de Médecine

Professeur de Médecine légale

Membre de l'Académie de Médecine

*Qui a bien voulu accepter de prési-
der la soutenance de cette thèse.
Respectueux hommages.*

A MONSIEUR LE DOCTEUR PIEDELIEVRE

Professeur agrégé de Médecine légale

Qui nous a suggéré l'idée de ce travail.

A MONSIEUR LE DOCTEUR DERVIEUX

(in memoriam)

A NOS MAITRES DANS LES HOPITAUX

*L'enseignement de certains nous a
été si précieux.*

1929-1930 M. le Professeur SERGENT.

M. le Professeur GOSSET.

1930-1931 M. le Docteur GERNEZ.

M. le Professeur MOULONGUET.

1931-1932 M. le Docteur LOUSTE (*in memoriam*).

1932-1933 Monsieur le Docteur FÉLIX RAMOND.

1933-1934 M. le Docteur C. LIAN.

M. le Docteur LEVANT.

1935-1936 M. le Docteur J. BRAINE.

A MES CONFERENCIERS

ET A MES CAMARADES DES HOPITAUX

INTRODUCTION

Il est curieux de constater que si la migration des projectiles dans les vaisseaux a suscité, depuis 1916 surtout, c'est-à-dire pendant et après la guerre, d'innombrables observations (celles notamment d'Ascoli, de Bland-Sutton, de Cutler, de Debeyre et Lorgnier, de Fulleurton, de Laroque, de Rouault, de Mazet, de Curtillet, pour ne citer que les plus connues), ...a donné lieu à d'importants travaux originaux (plus particulièrement ceux d'Achard et Binet, de Binet et Péron), ...a inspiré plusieurs thèses (celles de Fritsch, de Forthomme, de Damon, de Debeyre, etc...) le mécanisme de la pénétration proprement dite des projectiles, et plus particulièrement des balles dans les vaisseaux, n'a pas été résolu ni même étudié, et il ne semble pas qu'il ait, jusqu'ici, retenu de façon spéciale l'attention des auteurs. C'est à peine si certains d'entre eux, Curtillet notamment, y consacrent, au cours de leurs publications, quelques lignes brèves, mais sans s'y attarder, et sans chercher à en trouver une explication pathogénique susceptible de vérifications expérimentales.

De même l'état anatomique et la constitution des orifices de pénétration des projectiles ne sont que bien rarement décrits dans les comptes rendus d'autopsies publiés, les auteurs trouvant, il est vrai, ces orifices fermés spontanément dans la majorité des cas, même quand la mort a suivi de près la blessure vasculaire pénétrante.

C'est ainsi que Leclercq et Muller trouvent sur l'aorte, à l'endroit où le cul-de-sac péricardique vient s'insérer à la naissance de la dite aorte, « ...une lésion d'entrée discrète difficilement visible, avec rupture étoilée des tuniques du vaisseau... »

Menuet, au deuxième jour, trouve une plaie insignifiante d'une veine sus-hépatique qui avait peu saigné.

Rouault, en autopsiant son malade cinq jours après une blessure pénétrante de l'aorte, trouve « ...une petite plaie fermée, irrégulièrement triangulaire, de 5 millimètres de large sur la face externe de l'aorte, allongée sur 15 millimètres lorsqu'on la considère sur la face interne du vaisseau, sans hématome périlésionnel. »

Car un fait est à souligner : c'est que dans toutes les observations rappelées plus haut, il s'agit de projectiles migrants, c'est-à-dire de projectiles qui, après être arrivés au contact du vaisseau et l'avoir pénétré, ont été entraînés, soit immédiatement, soit secondairement, loin de leur point d'impact, par le courant sanguin.

Mais le projectile pénétrant peut très bien se comporter différemment : il peut être pénétrant mais non migrant, comme dans les cas faisant l'objet des observations de Patel, Tegeler, Viannay, et se fixer sur le

lieu même de sa pénétration. Mieux encore, s'il s'agit d'un projectile de calibre réduit, par rapport à celui du vaisseau (balle de plomb nu ou blindée de maillechort, éclats d'obus de petit volume), si sa force vive est suffisante et s'il n'est pas trop à l'étroit dans la lumière, il peut très bien en ressortir sans provoquer d'éclatement ou de section du vaisseau, réalisant ainsi une pénétration complète ou plus exactement une transfixion laissant alors derrière lui des orifices d'aspect très variable suivant les circonstances et qu'il peut être intéressant de reconnaître et d'identifier.

— — —

II

But et limites de cette étude

Aussi, en considération de ce qui précède, nous a-t-il semblé utile d'étudier tout d'abord la morphologie et les divers aspects anatomo-pathologiques des orifices formés aux dépens des parois vasculaires par les projectiles ayant pénétré dans la lumière des vaisseaux de divers ordres.

— Orifices d'entrée de projectiles migrants ou ayant incomplètement pénétré dans la lumière vasculaire.

— Orifices de sortie des projectiles ayant transfixé complètement ou non la paroi vasculaire opposée à leur orifice d'entrée.

La connaissance sommaire de ces particularités anatomiques nous étant acquise, nous avons pensé qu'il serait intéressant de chercher également à préciser un point infiniment plus délicat à apprécier et à analyser, il faut bien le reconnaître, c'est-à-dire le mécanisme de la pénétration des projectiles dans la lumière vasculaire, ainsi que les divers facteurs qui conditionnent ou modifient ce mécanisme dans divers cas envisagés.

Aussi, avons-nous procédé, dans ce but, à de nombreuses expériences, tant au Laboratoire de médecine légale de la Faculté de Médecine de Paris qu'à l'amphithéâtre des hôpitaux de Paris, où l'extrême amabilité de M. le Docteur Robineau nous a permis de travailler dans les meilleures conditions.

C'est l'exposé de nos expériences que nous nous proposons de relater dans les pages qui vont suivre. Nous verrons ensuite les conclusions qu'il semble qu'on en puisse dégager.

III

Technique expérimentale employée au cours de cette étude

A. — CHOIX DES VAISSEAUX

Nous aurions pu, pour exécuter nos tirs pénétrants, faire choix de vaisseaux vivants et recourir pour cela aux animaux dits d'expérience. Mais, même chez le chien de grande taille, les vaisseaux sont loin de présenter le calibre et les rapports anatomiques des vaisseaux humains : la précision des tirs en aurait été, de ce fait, assez aléatoire. En outre, nous avons vu que sur le vaisseau vivant l'aspect des orifices de pénétration se modifie extrêmement rapidement au point d'échapper à toute description. Cette transformation de l'aspect des lésions constitue donc un obstacle à la compréhension et à la vérification expérimentale du mécanisme de la pénétration.

Aussi, nous a-t-il paru, pour toutes ces raisons, préférable de recourir à des vaisseaux humains tels qu'on les retrouve sur le cadavre, mais placés à l'aide d'artifices spéciaux, dont nous allons parler dans un instant,

du moins en ce qui concerne la circulation, dans un état se rapprochant le plus possible de l'état physiologique du vaisseau chez le vivant.

Nous avons à dessein fait choix de vaisseaux de nature et de calibre très différents sur de nombreux cadavres frais, c'est-à-dire récents, non putréfiés, non congelés, mais simplement conservés à $+ 2^{\circ}$ ou partiellement injectés très peu de temps auparavant.

Nous avons tout d'abord choisi les vaisseaux fémoraux, type des vaisseaux de moyen calibre, et cela en raison de leur grande longueur, de leur accessibilité due à leur situation superficielle. De fait, l'expérience, comme on le verra, nous a démontré qu'à la partie supérieure du triangle de Scarpa les vaisseaux étaient plus souvent atteints à cause de leur superficialité à ce niveau. Il en est de même à la partie inférieure, solidement amarrée dans la profondeur du creux poplité et contrainte, de ce fait, à une immobilité presque complète. Par contre, la partie moyenne, beaucoup plus mobile, a été moins souvent atteinte.

Nous avons eu ensuite recours aux vaisseaux aortico-caves, dont l'énorme calibre, qui en fait les plus gros vaisseaux de l'organisme, et surtout le voisinage immédiat du plan dur constitué par le rachis, sont des facteurs non négligeables, on le verra, dans la genèse de la pénétration et des lésions consécutives à cette dernière.

Nous nous sommes enfin adressé aux vaisseaux radiaux et huméraux qui, bien que très élevés fonctionnellement dans la hiérarchie vasculaire puisqu'ils tien-

nent sous leur dépendance la nutrition de tout le membre supérieur, n'en sont pas moins de petit calibre, surtout si on les compare aux précédents.

Ces divers vaisseaux ont été préférés à tous les autres et soumis aux tirs pénétrants, tant en raison de leur grande différence de calibre que de leur topographie, cette dernière contribuant à l'efficacité des tirs et facilitant leur prélèvement en vue de leur examen. Pendant les tirs, les vaisseaux ont, bien entendu, été laissés en place sur les cadavres en expérience, conservant ainsi toutes leurs connexions et leurs rapports anatomiques normaux.

B. — CHOIX DU PROJECTILE PENETRANT

La pénétration semble, en règle générale, ainsi du reste qu'il en est fait mention dans les observations rapportées par les auteurs, le fait de projectiles de petites dimensions : qu'il s'agisse de balles de petit calibre, balles de revolver de 6 à 7 m/m, voire même éclats d'obus de faible volume (8 à 15 m/m de côté maximum), de poids minime (2 à 3 grammes), mais de forme aiguë, lancéolée ou acérée. Aussi, avons-nous fait choix, en ce qui nous concerne, d'une balle pointue, en plomb, du type dit « Bosquette », à double culot, pesant 1 gr. 80, cartouche au fulminate de mercure, et dont la vitesse initiale, c'est-à-dire celle animant le projectile au sortir du canon de l'arme rayée employée (carabine Flobert) est voisine de 150 à 175 mètres à la seconde.

C. — TECHNIQUE DES TIRS

Pour éviter que la vitesse de pénétration du projectile employé ne devienne rapidement insuffisante (ce type de cartouche étant en effet parmi les moins puissants et sa précision diminuant rapidement avec l'éloignement), les tirs furent exécutés à une distance qui ne dépassa jamais huit mètres au maximum, mais varia largement suivant les cas, sans toutefois être inférieure à 4 m. 50.

Nous avons procédé à des tirs méthodiques en série et cela dans des conditions bien différentes : d'abord, sur des vaisseaux vides, c'est-à-dire tels qu'ils existent sans préparation sur le cadavre, les parois vasculaires flaccides n'étant plus soutenues par le support liquidien que constitue la colonne sanguine en circulation dans la lumière du vaisseau.

Ensuite, sur des vaisseaux pleins : leur réplétion étant assurée par la perfusion d'un liquide approprié. Il s'agit alors de vaisseaux se comportant comme s'ils étaient vivants : la masse du sang circulant et épousant les contours des parois vasculaires étant seulement remplacée ici par un liquide de composition spéciale.

D. — TECHNIQUE DE LA PERFUSION

a) Liquide servant à la perfusion

— Le liquide destiné à perfuser, comme indiqué, les vaisseaux au cours des tirs, devant présenter, à $+ 2^{\circ}$,

température du cadavre en expérience, les mêmes constantes viscosimétriques que le sang circulant à 37°, température normale de l'individu vivant, a été constitué après étalonnage comparatif de différents corps au viscosimètre de Hess par un mélange titré d'eau de source et de julep gommeux au tiers.

b) Appareils assurant la perfusion

— La progression intra-vasculaire du liquide réalisé ainsi que nous venons de le dire a été assurée différemment, suivant qu'il s'agissait d'artères ou de veines. Pour les artères de moyen et de petit calibres (artère fémorale, artère humérale ou radiale), nous avons eu recours à l'appareil du Docteur Charles Mayer, qui réalise une pompe aspirante et foulante grâce à un piston rainuré, à mouvement rotatif continu et mû électriquement (brevet Ch. Mayer, licence du brevet Louis Jube, Duffaut, constructeur, à Paris), appareil déjà utilisé pour la perfusion sanguine à l'occasion de nombreuses expériences de physiologie (compte rendu à l'Académie des Sciences par Léon Binet et Charles Mayer le 23 février 1929).

Pour les artères de gros calibre, c'est-à-dire l'aorte, dans le cas particulier, nous avons utilisé un appareil perfuseur de taille appropriée, spécialement conçu et réalisé sous la direction du Professeur agrégé Camille Lian, dans le laboratoire de son service de cardiologie clinique et expérimentale de l'hôpital Tenon.

Cet appareil, également mû par l'électricité, constitue une réalisation à peine modifiée de la pompe à

membrane, telle qu'on l'utilise pour alimenter, sans « trous » par l'effet de la dépression, les carburateurs de moteurs d'automobiles. Il comprend, en effet, une réserve liquidienne, à parois élastiques, constamment en charge sur la canalisation de refoulement, remplissant par suite assez bien le rôle de l'oreillette puisque, grâce à elle, entre chaque temps d'aspiration (diastole) et de refoulement (systole) les écarts inévitables entre les pressions extrêmes sont réduites au minimum. — L'utilisation de l'un et de l'autre de ces perfuseurs était contrôlée à volonté à l'aide d'un double dispositif :

— l'un permettant, grâce à des résistances mises en série par un rhéostat, d'agir efficacement sur la vitesse de régime du moteur d'entraînement ;

— l'autre permettant, à l'aide d'ajutages de caoutchouc, aux parois d'épaisseur variable et de diamètres différents, d'agir tant sur l'importance du débit liquidien que sur la pression et l'amplitude oscillométrique de ce dernier.

En combinant, après de longs tâtonnements, ces divers moyens, nous avons pu obtenir une cadence de refoulement de 65 à 70 pulsations par minute, sous une pression constante, appréciée à l'aide d'un manomètre en U de Boulitte, gradué en centimètres de mercure et muni d'un style inscripteur :

de 13 centimètres lors du refoulement liquidien, correspondant à la systole ;

de 6 centimètres lors de l'aspiration correspondant à la diastole.

Quant au débit liquidien pulsatile ainsi obtenu, il était de :

5 centimètres cubes avec l'appareil de Mayer :

30 à 40 centimètres cubes avec le perfuseur aortique.

Enfin, le brassard spécialement conçu par le Professeur Lian pour être adapté sur les gros segments de membres, et relié à l'appareil de Pachon, placé sur le cadavre en aval du membre perfusé (cuisse en particulier), donnait la valeur de l'indice oscillométrique, qu'il n'a malheureusement pas été possible, dans les conditions expérimentales où nous opérons, d'abaisser au-dessous de 12, chiffre manifestement exagéré.

Ainsi donc, les artères en expérience se trouvaient, de la sorte, mises dans des conditions circulatoires de débit et de pression, sinon de pulsatilité, assez proches des conditions physiologiques normales et cela bien qu'elles fussent privées de leur innervation sympathique et de leur tonicité tissulaire propre.

Pour les veines, à l'intérieur desquelles la circulation revêt le type de l'écoulement continu, sous pression constante, grâce à la « vis à tergo », la perfusion expérimentale fut très simplement réalisée en faisant s'écouler d'un récipient placé à hauteur variable le liquide perfusant, qui empruntait la lumière du vaisseau. La pression ainsi réalisée dans cette lumière étant contrôlée en permanence par un manomètre de Claude branché en dérivation sur le vaisseau.

IV

Description des expériences et analyse critique des résultats obtenus

A. — VAISSEAUX FÉMORAUX

a) Vaisseaux vides

Sur la face interne de la cuisse en extension, la ligne de ligature de l'artère fémorale, telle qu'elle est usitée en médecine opératoire classique, est abaissée du milieu de l'arcade de Fallope soigneusement repérée au bord postérieur du condyle interne du fémur. Sur la ligne ainsi tracée, on figure, à l'encre de Chine, une série d'échelons espacés de 2 en 2 centimètres et coupant perpendiculairement la ligne repère de ligature, qu'ils débordent de part et d'autre de 3 centimètres environ. Pour être sûr d'intéresser les vaisseaux fémoraux, le tir est méthodiquement effectué en remontant de bas en haut, c'est-à-dire en allant du genou vers l'aîne, à raison de quatre balles en moyenne par échelon, dont une balle à l'intersection de ce dernier avec la ligne de ligature.

Après le tir, il est à remarquer que sur la totalité des projectiles tirés, les deux tiers au moins ont transfixé la cuisse de part en part et sont ressortis à sa face externe, réalisant fidèlement sur les téguments les lésions caractéristiques des orifices, tant d'entrée que de sortie, décrits par Piedelièvre et Carrara.

Après incision sur la ligne de ligature, le paquet fémoral est prudemment dégagé et prélevé. Son examen a montré, dans les quatre cas où cette expérience a été reproduite, qu'il n'existait pas de projectile resté dans le vaisseau après y avoir pénétré. Par contre, sur toute la hauteur des vaisseaux, et plus spécialement sur leur face interne, il existait, tant sur l'artère que sur la veine, une nombre à peu près égal d'orifices d'entrée, sur les caractères desquels nous allons revenir dans un instant, et coïncidant avec un même nombre d'orifices de sortie, que nous allons également étudier. Deux fois, cependant, et toujours sans qu'il y eut de projectile contenu dans la lumière du vaisseau, nous avons noté l'absence d'un orifice de sortie, qui s'était probablement confondu avec un autre situé à proximité immédiate ; sans doute avons-nous changé de place au cours de l'expérience et, de ce fait, l'incidence du tir s'en trouvait-elle modifiée : nous ne saurions, toutefois, être affirmatif à ce sujet.

Par contre, dans tous les cas, nous avons remarqué que la veine fémorale présentait, elle aussi, des orifices d'entrée et de sortie très voisins, en nombre et en apparence, de ceux de son artère satellite.

Les vaisseaux préalablement dégraissés, nettoyés, enfilés à frottement doux sur des baguettes de verre, ont été examinés à la loupe binoculaire ; les lésions de pénétration, très différentes suivant qu'il s'agit d'orifices d'entrée ou de sortie, sont néanmoins identiques sur l'artère et la veine.

— Les orifices d'entrée apparaissent de forme généralement ovalaire ; en tout cas, non régulièrement cylindrique, leur pourtour étant limité par des tissus inégalement et irrégulièrement contus, qui semblent éversés au dehors.

— Les orifices de sortie, diamétralement opposés aux précédents, présentent, fait paradoxal, des dimensions infiniment plus réduites. Très peu béants, pour la plupart, ils forment une sorte de pertuis oblong, peu prononcé, dont le grand axe est dirigé suivant les fibres transversales de la paroi vasculaire.

De cette expérience nous croyons pouvoir conclure que sur les vaisseaux de moyen calibre, aplatis, rubanés, inertes, lorsqu'ils sont privés leur support liquidien, la pénétration des balles revêt le plus souvent le type de la transfixion complète et qu'artère et veine sont également et aussi souvent intéressées par des lésions de morphologie identique.

b) Vaisseaux pleins

Après incision parallèle à l'arcade de Fallope, section de l'aponévrose du grand oblique, désinsertion des muscles petit oblique et transverse, refoulement du péritoine, on découvre sur la paroi interne de la saillie

du muscle psoas-iliaque, les vaisseaux iliaques externes. Ceux-ci sont sectionnés, et le segment périphérique de chacun d'eux est solidement ligaturé autour d'une canule introduite dans sa lumière. D'autre part, après une incision verticale de 10 cm., passant à 1 cm. en dedans de l'axe du creux poplité et s'arrêtant en bas, au niveau du pli de flexion du genou, on rencontre le nerf sciatique poplité interne, qui, récliné en dehors, permet de découvrir le paquet vasculaire situé en dessous et en dedans de lui. Les vaisseaux poplités dégagés et dénudés sont également sectionnés, et une canule abouchée dans le bout central de chacun d'eux. Chacune des quatre canules précédentes est reliée à un tube de caoutchouc à parois épaisses :

— Celui connecté à la veine iliaque externe permet l'écoulement libre du liquide de perfusion veineuse, qui ressort tout simplement par la canule placée à l'extrémité de la veine poplitée.

— Celui connecté à l'artère iliaque externe va plonger dans un bocal rempli du liquide de perfusion.

— Celui connecté à l'artère poplitée est relié à l'embout refouleur de l'appareil de Mayer.

De l'embout aspirateur de ce dernier part un tube de caoutchouc de même épaisseur que les précédents et qui va, lui aussi, plonger dans le bocal. De cette façon très simple, se trouve réalisée la circulation ininterrompue en circuit fermé, du moins en ce qui concerne l'artère fémorale, de tout le système vasculaire de la cuisse.

Au début de l'expérience, les vaisseaux sont d'abord perfusés avec de l'eau pure, pour les purger et évacuer

les longs et fins caillots qui obstruent les lumières vasculaires. (Cette purge « physique », pourrait-on dire, nous a paru expérimentalement bien préférable à la lyse chimique des caillots par l'ammoniaque ou la benzine, qui altère de façon sensible les tuniques vasculaires qu'elles ont pour charge de décaper.) — L'appareil de Mayer est alors mis en marche : dès que sa réplétion est achevée, l'artère fémorale se met à battre régulièrement et les battements dont elle est animée sur toute sa longueur, particulièrement amples, ainsi qu'en témoigne le brassard du sphygmomètre de Pachon posé à la partie supérieure de la jambe, sont synchrones aux ondes pulsatiles du perfuseur. De son côté, la veine fémorale devient turgescence, tant sous l'effet de la perfusion dont elle est elle-même l'objet, que sous l'afflux de la masse liquidienne que lui apportent les nombreuses collatérales et artérioles émanées de l'artère fémorale.

Les tirs sont effectués suivant la même technique que précédemment, c'est-à-dire sur des échelons abaissés perpendiculairement à la ligne de ligature, préalablement repérée de l'artère fémorale. Parmi les orifices d'entrée, un assez petit nombre seulement, et plus spécialement ceux situés dans la région du canal de Hunter et à la partie inférieure du triangle de Scapa, laissent échapper des filets de liquide qui jaillissent en jets, par saccades régulières, de façon absolument synchrone aux battements artériels.

En même temps, la tension artérielle s'abaisse, ainsi du reste que l'indice oscillométrique contrôlé en perma-

nence, en aval de la zone de tir, nous l'avons dit, grâce au Pachon.

Comme dans les expériences précédentes, on prélève le paquet vasculaire fémoral qui est examiné à son tour de la même façon. Ce qui frappe immédiatement, c'est l'intégrité presque absolue de l'artère. Par contre, la veine fémorale est lésée en de très nombreux endroits, et cela sur toute sa hauteur. Elle présente des plaies latérales, des sections plus ou moins complètes, et surtout des transfixions nombreuses témoignant de pénétrations complètes. Moins élastique, en effet, que l'artère, la veine se rompt peut-être plus facilement, et c'est ce qui explique, ainsi que le démontrent des observations récentes, que des ruptures complètes de la veine satellite accompagnent les plaies latérales de l'artère. A deux reprises, le hasard a voulu qu'une des balles tirées par nous passât entre artère et veine fémorales étroitement accolées dans leur gaine, déterminant ainsi une plaie latérale de l'artère fémorale et une plaie latérale de la veine se faisant face, et s'accolant pour ainsi dire après le passage de la balle. C'est dans ces cas que, selon Sencert, les deux plaies latérales opposées se ventouseraiient d'emblée chez le sujet vivant, qu'il s'écoulerait à peine quelques gouttes de sang dans la gaine vasculaire et que l'aspiration veineuse, dirigeant rapidement le sang artériel vers cette voie de moindre résistance, il ne se produirait pas d'hématome, mais uniquement une phlébartérie, type le plus simple des anévrysmes artérioso-veineux.

Mais ce qui nous semble surtout à retenir, des tirs effectués sur ces vaisseaux de moyen calibre en état de réplétion, c'est tout d'abord que les plaies des veines et artères satellites sont le plus souvent associées, qu'il y ait pénétration de l'un seulement de ces vaisseaux ou au contraire des deux à la fois. C'est ensuite l'extrême fréquence avec laquelle la veine, bien plus souvent que son artère satellite, se trouve pénétrée. Nous avons tout lieu de penser que c'est parce que l'artère gonflée et périodiquement distendue par l'ondée systolique qui la rend momentanément turgide et presque cylindrique, n'offre, dans ces conditions, et plus particulièrement à ce moment précis, qu'une surface courbe, fuyante, sur laquelle la balle vulnérante, si son axe n'est pas absolument séquent par rapport au diamètre de l'artère, ira ricocher, tout au plus effleurer le vaisseau, sans jamais, en tout cas, le pénétrer.

Par contre, la veine énorme, gorgée par la circulation de retour, de forme toujours un peu rubannée et élargie, toujours en contact intime avec son artère satellite qu'elle déborde et cache le plus souvent, à laquelle elle constitue, par suite, un écran protecteur, est bien plus facilement pénétrée. Enfin, l'instabilité des balles pointues du type de celles que nous avons employées est telle qu'un rien suffit à faire dévier sa pointe, si bien qu'au lieu de frapper la paroi artérielle pointe en avant, elle atteint le plus souvent, plus ou moins obliquement, une des faces de la veine et la déchire comme le ferait un projectile de gros calibre.

Quoi qu'il en soit, examinés à la loupe binoculaire, les orifices d'entrée apparaissent nettement circulaires, les tuniques vasculaires se révélant éversées en dehors et imprégnées de crasses. La lumière est béante. Quant aux orifices de sortie, au contraire, ils apparaissent oblongs, presque linéaires, leur plus grande dimension étant dirigée dans le sens du diamètre des vaisseaux.

B. — VAISSEAUX AORTICO-CAVES

a) Vaisseaux vides

L'expérience faite sur les vaisseaux fémoraux vides fut reprise en ce qui concerne l'aorte et la veine cave.

Sur des cadavres debout, des tirs furent exécutés verticalement, de haut en bas, sur la paroi abdominale antérieure, à une distance variant de 3 m. 50 à 8 mètres, en suivant la projection des gros vaisseaux sur les parois.

Aorte et veine cave inférieure, prélevées et examinées de la même façon que les vaisseaux fémoraux, nous ont paru présenter des lésions strictement identiques à ces derniers. Nous ne nous étendrons donc pas plus longtemps sur ce sujet.

b) Vaisseaux pleins

Bien plus intéressants, bien plus riches en enseignement, bien plus féconds en conclusions devaient se montrer les tirs exécutés sur ces mêmes vaisseaux, mais cette fois-ci en état de réplétion.

Pour ce faire, après ouverture de la cavité thoraco-abdominale, suivie d'éviscération complète, toutes les collatérales de l'aorte et de la veine cave sont pincées et liées. Ces deux gros vaisseaux étant sectionnés à la base du cœur, l'extrémité de chacun d'eux reçoit une canule de verre de 30 mm. de diamètre.

— La canule abouchée à la veine cave inférieure est munie d'un tube de caoutchouc, de diamètre correspondant, qui assurera l'évacuation du liquide de perfusion veineuse hors de la cavité thoracique.

— La canule abouchée à l'aorte est reliée à la tubulure de refoulement du gros perfuseur spécialement conçu et dont nous avons déjà parlé. De leur côté, les vaisseaux poplités (artère et veine) sont dégagés aux deux membres inférieurs au niveau de chacun des creux poplités, et abouchés eux aussi chacun, comme précédemment, à une canule.

Après purge vasculaire, l'appareil mis en marche et réglé envoie dans l'aorte, à raison de 55 à 60 pulsations par minute, une ondée liquidienne de 40 cc. environ, sous une pression à peu près constante de 13 cm. de Hg, ainsi qu'en témoigne le manomètre à mercure branché en dérivation. Le liquide, après être descendu dans l'aorte, perfuse les deux fémorales et ressort par les deux canules correspondant aux artères poplitées. Des tuyaux de caoutchouc fixés à ces canules remmènent le liquide jusqu'au bocal où il est puisé à nouveau par la tubulure d'aspiration du perfuseur pour être renvoyé dans l'aorte et recommencer ainsi son circuit. (Voir cliché.)

En ce qui concerne la veine cave inférieure, le liquide de perfusion, introduit dans les veines poplitées, sous pression voulue, contrôlée au manomètre de Claude, ressortait simplement à l'extrémité centrale de la veine cave inférieure, sans être récupéré.

On utilise comme projectiles les mêmes balles Bosquette, mais dont la pointe a été coupée (voir figure), pour accroître leur pouvoir vulnérant.

Les tirs sont effectués sur des cadavres, ou bien couchés sur la table d'autopsie, ou bien fixés debout contre un mur, suspendus par les aisselles. Dès la première blessure de l'aorte, se traduisant par un écoulement hors de ce vaisseau d'un jet de liquide périodiquement renforcé lors des saccades systoliques, la tension artérielle et l'indice oscillométrique baissent aussitôt dans des proportions considérables : cette tendance devant, comme il est normal, s'accroître d'autant plus, au cours de l'expérience, que les points de fuite seront plus nombreux. Toutefois, l'augmentation de la capacité réplétive du perfuseur devait permettre le rétablissement des données expérimentales normales.

Par contre, l'indice oscillométrique, pris à la jambe, et très élevé au début, atteignait tout au plus 3 ou 4 dans ces conditions, et s'y maintenait, sans qu'il soit possible de le ramener à sa valeur primitive.

En ce qui concerne la veine cave inférieure, gonflée, non pulsatile, il s'écoulait en bavant de chacune de ces blessures, largement béantes, une quantité plus ou moins considérable du liquide perfusant.

Les vaisseaux séparés du rachis et prélevés après le tir étaient ensuite examinés. Sur la veine cave inférieure, la pénétration était en règle complète: la balle, après avoir perforé les deux parois, ayant été pénétrer dans la vertèbre rétro-jacente. Les orifices largement béants apparaissaient à peu près identiques, tant à l'entrée qu'à la sortie. Sur le vivant, nous l'avons vu, ces orifices ont peu de tendance à s'obstruer spontanément; cette médiocre obturation des orifices veineux, à l'encontre de l'observation de Menuet, est particulièrement confirmée par Debeyre qui, autopsiant son malade cinq jours après la blessure qui devait provoquer sa mort, trouva au point de pénétration dans la veine cave inférieure une véritable logette, formant nid de pigeon dans la tunique interne.

Sur l'aorte, les lésions de pénétration ont réalisé des types bien plus nombreux et plus complexes, suivant que la pénétration s'opère perpendiculairement, obliquement, parallèlement, voire presque tangentiellement au diamètre ou à l'axe du vaisseau.

Nous donnons plus loin la reproduction photographique d'une aorte qui présentait des orifices de pénétration particulièrement intéressants.

Ceux liés à la pénétration complète avec transfixion nous arrêteront tout d'abord. Il est à remarquer que cette transfixion était complète dans tous les cas où la balle avait frappé l'aorte perpendiculairement à son axe longitudinal, et que son point d'impact correspondait exactement au diamètre du vaisseau.

Il est à noter également que les orifices de pénétration, quand ils siègent, comme c'était le cas ici, au milieu d'un vaisseau de gros calibre, sont d'un diamètre qui n'excède pas celui de la balle pénétrante : ils sont le plus souvent même d'un diamètre à peine égal, voire même inférieur au calibre de la balle. C'est que celle-ci refoule l'artère, la distend avant de la traverser, si bien que lorsque la balle est passée, le vaisseau revenant sur lui-même, les bords de la plaie vasculaire reviennent eux aussi sur eux-mêmes, diminuant ainsi les dimensions de la plaie qui constitue l'orifice d'entrée.

C'est ce qui explique que, sur l'artère, les orifices élastiques ont tendance à se fermer ; ils pourront donc ne saigner que fort peu, véritables plaies sèches, comme cela paraît être le cas dans les observations rapportées par Curtillet et par Rouault.

Par contre, les orifices de sortie, correspondant aux précédents et situés sur un même plan horizontal, diamétralement opposé, apparaissent de dimensions bien plus considérables. Leurs contours irréguliers apparaissent déchiquetés, inégaux, effrangés, avec perte de substance pariétale importante.

Enfin, quand il s'agit de plaies latérales, produites par des balles frappant le quart ou le tiers externe du diamètre transversal du vaisseau, adventice, tuniques moyenne et interne sont déchirées. Sur l'intima des déchirures étoilées, plus ou moins étendues, prolongent à l'intérieur du vaisseau les déchirures superficielles. La rétractilité de la tunique moyenne tend à écarter de plus en plus les lèvres de la paroi vasculaire, et produit

en outre un petit changement dans l'axe du vaisseau, tel que les segments sus et sous-jacents à la plaie s'inclinent l'un sur l'autre, formant un angle obtus dont la plaie occupe le sommet. Cette double action de la tunique moyenne a donc pour conséquence un agrandissement de la plaie latérale, le maintien de sa béance, et favoriserait sans doute de la sorte, sur le vivant, la persistance de l'hémorragie.

Mais il s'agit, dans tout ce qui précède, de pénétration complète avec transfixion, la balle, après avoir traversé de part en part l'aorte, étant ressortie à sa face postérieure. Bien plus intéressants sont les orifices témoignant d'une pénétration incomplète où la balle ne ressort pas du vaisseau après l'avoir pénétré.

On trouvera plus loin la reproduction photographique d'un orifice d'entrée qui, situé sur la face antérieure de l'aorte se trouve confondu avec l'orifice de sortie : la balle dont la trajectoire allait de gauche à droite par suite de l'obliquité presque tangentielle du tir, ayant seulement abrasé la paroi artérielle avant que de laisser une empreinte en gouttière sur le flanc droit de la onzième vertèbre dorsale, située juste derrière.

On trouvera également, située immédiatement au-dessous de l'orifice précédent, un peu obliquement dirigée par rapport au diamètre du vaisseau, et ne correspondant à aucun autre orifice, une lésion qui, par ses caractères, et en particulier par la forme mâchurée de sa commissure droite, nous avait fait penser que la balle qui l'avait déterminée, avait pénétré dans l'aorte.

En fait, cette balle ne devait être trouvée ni dans l'aorte, ni dans l'artère iliaque externe, ni dans l'artère fémorale, pourtant ouvertes et mises à **plat sur toute** leur longueur, mais bien au niveau de l'artère poplitée droite, en son point de bifurcation, où elle avait, **pen-**sons-nous, émigré, entraînée par le liquide de perfusion.

Tel n'est pas, cependant l'avis du Professeur Piédelièvre qui, présent à cette expérience, estime qu'il ne doit s'agir que d'une balle précédemment tirée sur l'artère fémorale du même sujet. Ce projectile étant au surplus aplati, comme s'il avait ricoché, ou avait été s'écraser sur l'épiphyse fémorale inférieure.

Le dessin à la plume, dont on trouvera plus loin la reproduction photographique et qui montre la balle incriminée sous diverses incidences, pourra permettre de se faire une opinion à ce sujet.

En ce qui nous concerne, nous pensons cependant qu'il se peut fort bien que la balle ait bien pénétré dans l'aorte, et cela pour trois raisons : 1° L'orifice situé à la partie toute inférieure de la face antérieure de l'aorte a été indubitablement provoqué par la balle en question, à l'exclusion de tout autre ; 2° En regard de cet orifice, et diamétralement opposé à ce dernier, il existait sur la face interne de la paroi postérieure du vaisseau, une contusion pariétale indiscutable, les tuniques interne et moyenne semblant seules lésées à ce niveau. De fait, en ouvrant, comme nous l'avons fait, le vaisseau, on voyait de fines éraflures transversales semblant produites par un dilacération locale de la face

interne du vaisseau. Ces stries fines s'enfonçant assez peu profondément dans la tunique moyenne ; 3° Une coupe histologique du segment vasculaire intéressé, après inclusion debout dans la paraffine, coupe passant par le foyer de contusion, nous a révélé la rupture des seules tuniques interne et moyenne, dont les fibres étaient çà et là rompues par élongation ou écrasement. L'intima rompue, finement dilacérée, s'enfonçait comme un coin dans l'épaisseur de la tunique moyenne, mais respectant la tunique externe.

Quelle que soit la valeur de ces arguments, et quelle que puisse être notre conviction, étant donné les doutes émis par M. le Professeur Piedelièvre sur la portée et la valeur de cette expérience, nous nous garderons d'en tirer des conclusions.

Quoi qu'il en soit, il est permis de se demander comment une balle qui pénètre dans une aorte peut n'en pas ressortir et retomber à l'intérieur de cette dernière.

MM. Piedelièvre et Pierre-Etienne Martin, dans un intéressant travail original paru le 1^{er} novembre 1933 dans la **Presse Médicale** et intitulé : « Conditions de pénétration des projectiles dans les Vaisseaux », ayant déjà eu à se poser pareille question, ont tenté de la résoudre expérimentalement.

« On comprend mal, disent-ils, comment une balle, même arrivée à bout de course, puisse traverser la première paroi qui se présente à elle sans réussir à perforer la deuxième paroi du vaisseau. Il faudrait, en quelque sorte, une force de pénétration idéale et si

l'on songe à ce que peut être la résistance d'une tunique artérielle vis-à-vis de la force d'un projectile, on est étonné que le fait puisse se produire... C'est qu'en effet les projectiles modernes, quels qu'ils soient, ont une capacité énorme de pénétration et il paraît presque impossible qu'un projectile se trouve exactement à bout de course au moment de la chute dans le vaisseau, après la perforation de la paroi antérieure. Ou alors, le cas serait tellement exceptionnel qu'on n'en posséderait pas tant d'observations... »

A l'appui de leur thèse, les auteurs rappellent, à titre d'exemple, les caractéristiques de quelques projectiles et, en particulier, leur vitesse initiale, d'où découlent évidemment leur force vive et leur capacité de pénétration.

La balle de l'ancien revolver d'ordonnance français (1892) a une vitesse initiale, $V : 220$ m.

Le browning 6 mm. 35, a une balle dont la vitesse initiale, $V : 220$ m. ; pour le browning, 7 mm. 65, la vitesse initiale du projectile, $V : 270$ m.

Le fusil de guerre allemand tire la balle Spitzgeschoss, en plomb recouvert d'acier ou de maillechort, pesant 10 grammes, qui a une vitesse $V : 880$ m. à la seconde.

Le fusil Lebel (balle Desaleux) tire un projectile de bronze de 12 gr. 80, dont la vitesse initiale est : $V : 720$ m. à la seconde. Il en est de même pour les mitrailleuses (Général Journée).

Des plombs n° 6, poids de l'un 0 gr. 137, à 48 m., et ayant une vitesse d'arrivée $V : 73$ m. à la se-

conde, ont une pénétration moyenne dans les tissus mous du cadavre de 30 m/m. 2.

Des plombs n° 8, poids de l'un 0 gr. 075, tirés à 36 m. et ayant une vitesse d'arrivée de 131 m. à la seconde, ont une pénétration moyenne de 2 m/m.

Des chevrotines, calibre 12, par lits de trois, diamètre de 7 à 8 m/m. 54, poids de l'un 3 gr. 73, tirées à 250 m., ont une vitesse $V = 106$ m. à la seconde et une pénétration moyenne de 7 m/m. dans les tissus (Général Journée et Piedelièvre).

On se rend compte par ces chiffres de la violence locale extrême telle que souvent un projectile agit comme un emporte-pièce ; il serait paradoxal de penser, dans une observation comme la nôtre, qu'après perforation du sternum (peu résistant à un projectile), la balle ait eu la juste force suffisante pour traverser une des parois artérielles et tomber dans la cavité sans même avoir la force de traverser l'autre paroi, ainsi suffisamment résistante pour l'empêcher de passer.

En admettant, comme nous le disions plus haut, que le projectile ait pu remplir cette condition idéale dans certains cas très rares, il doit y avoir un autre mécanisme de pénétration, car les observations de migration des projectiles dans les vaisseaux, bien que rares, ne sont pas exceptionnelles. Nous avons cherché ce mécanisme et fait dans ce but les expériences suivantes :

Première expérience

Ayant pensé que la balle qui pénètre dans l'aorte en traversant la paroi antérieure du vaisseau pouvait être

saisie et entraînée par la violence du courant sanguin, nous avons organisé le dispositif expérimental suivant :

Un tube de caoutchouc d'un diamètre et d'une épaisseur sensiblement comparables à ceux de l'aorte dans sa première portion a été adapté à une conduite d'eau par l'une de ses extrémités. L'autre extrémité pendait au-dessus d'un cristalliseur. Le tube de caoutchouc était vertical et maintenu en place sans aucune extension.

Un fort courant d'eau a été envoyé dans le tube. L'eau était violemment projetée dans le récipient sous-jacent par l'extrémité inférieure, libre, du tube. Après chaque tir, le tube était remplacé par un autre, non perforé par le coup de feu.

Les tirs ont été exécutés avec une carabine rayée, de 6 m/m., tirant des balles en plomb (type Bosquette).

A) **Première série de tirs.** — Distance : 2 m. Le projectile traverse les parois antérieure et postérieure du tube. Il est remarquable que l'orifice de sortie (paroi postérieure) se trouve sur le même plan horizontal que l'orifice d'entrée (paroi antérieure) et présente un caractère punctiforme, comme il est normal sur du caoutchouc : la balle n'a donc pas été abaissée par le courant d'eau violent et n'a en rien subi son influence (elle n'a pas basculé, ce qui aurait produit une fente ou une déchirure à la sortie, et non un orifice punctiforme). Il en sera de même dans les expériences suivantes ; nous ne le répéterons pas.

B) **Deuxième série de tirs.** — Des tirs ont été ainsi exécutés jusqu'à 10 m. (en éloignant l'arme chaque fois de 1 mètre.).

Le résultat a toujours été le même et pourtant la force de pénétration diminuait

C) **Troisième série de tirs.** — La vitesse des projectiles étant trop grande pour remplir la condition idéale de perforation de la paroi antérieure sans perforation de la paroi postérieure, nous avons disposé devant le tube des résistances progressives, lames de papier, lame de caoutchouc, petites planchettes, de façon, en arrêtant progressivement la balle avant le contact de la paroi antérieure du tube, à diminuer la force de pénétration.

Deux phénomènes se sont alors produits : ou bien la balle suffisamment rapide a perforé les deux parois du tube, comme précédemment, ou bien elle n'avait plus assez de force et rebondissait sur la paroi antérieure, laissant son empreinte sans perforer.

Dans aucun cas, après de nombreux tirs, nous n'avons vu la chute du projectile dans le tube, la paroi antérieure seule ayant été traversée.

Deuxième expérience

Nous avons alors placé au contact de la paroi postérieure du tube de caoutchouc une planche de bois blanc, réalisant ainsi un dispositif un peu analogue à celui de l'aorte appliquée contre la colonne vertébrale.

A. — Des tirs, à des distances de 2 à 10 m., ont été faits de façon à ce que les balles frappent la paroi antérieure du tube, sa paroi postérieure, puis la planche de bois.

B. — D'autres tirs ont été exécutés en interposant à la trajectoire, comme précédemment, du papier, du caoutchouc, une planchette en bois, pour diminuer artificiellement la vitesse.

Dans l'un comme dans l'autre cas, lorsque la balle frappait bien au milieu du tube, elle pénétrait dans la plupart des cas dans sa lumière et tombait dans le cristalliseur, aspirée par le violent courant d'eau.

En examinant le tube de caoutchouc, on pouvait observer l'orifice de la partie antérieure du tube et de l'autre côté, correspondant à la planche de bois, soit un orifice plus ou moins déchiqueté avec dépression dans le bois, soit seulement une empreinte et une contusion du caoutchouc, sans perforation, mais avec dépression dans le bois, le caoutchouc s'étant coincé entre la balle et la planche sans se rompre...

Ainsi donc, concluent les auteurs, nous croyons que lorsqu'un projectile pénètre dans un vaisseau, cette pénétration se fait grâce au mécanisme que nous indiquons. Les vaisseaux, artères ou veines, ont une force de résistance infime vis-à-vis de la puissance de tous les projectiles d'armes à feu modernes. Pour supposer que la capacité de perforation de la balle soit juste suffisante pour traverser la première paroi rencontrée et juste insuffisante pour ne faire que contusionner la

seconde paroi, il ne faudrait pas posséder autant d'observations de projectiles migrants : leur nombre est l'indice d'un autre mécanisme que cette condition qui ne peut être qu'exceptionnelle.

En tous les cas, en ce qui nous concerne, nous n'avons jamais pu la réussir expérimentalement. Par contre, des balles ont pu être introduites facilement par des tirs réels sur un tube de caoutchouc où passait un courant d'eau, à la condition qu'un obstacle soit au contact de la seconde paroi élastique.

Lorsque des projectiles migrants pénètrent dans l'aorte ou la veine cave, ils rebondissent sans doute dans la lumière du vaisseau selon le procédé que nous signalons.

Ainsi donc, MM. Piedelièvre et Pierre-Etienne Martin s'appuyant sur des raisonnements à priori et sur des expériences personnelles, estiment impossible, ou à peu près, qu'un projectile vienne s'arrêter dans une lumière vasculaire car, disent-ils, s'il a franchi la première paroi vasculaire rencontrée, il lui reste toujours assez de force pour franchir la deuxième ; ils pensent que l'arrêt dans la lumière du vaisseau ne peut s'observer que lorsque ce vaisseau est adossé contre un plan dur, qui arrête net le projectile, absorbe le reste de sa force vive, et l'empêche seul de quitter la lumière vasculaire où il a pénétré.

C'est incontestablement ce qui s'est produit dans l'observation de Dervieux, où la balle, entrée par l'épigastre, après avoir traversé l'estomac et pénétré dans

L'aorte, avait fait derrière celle-ci, sans en être ressortie, une encoche dans la vertèbre sous-jacente. A l'autopsie, la balle devait être retrouvée, non dans cette vertèbre, mais bien dans l'artère pulmonaire droite : il est évident que, dans le cas particulier, le projectile n'a dû de rester dans la lumière aortique qu'à un rebondissement sur l'écran osseux vertébral. Dans le cas rapporté par Curtillet, comme sans doute dans celui rapporté par MM. Piedelièvre et Pierre-Etienne Martin, comme dans le deuxième cas rapporté par MM. Leclercq et Muller, où l'écran résistant fut formé non par le rachis mais par la bronche gauche, également enfin (du moins nous le croyons), dans le cas expérimental que nous avons rapporté plus haut, la même chose a pu se passer.

Mais cependant, dans bien des cas, on ne trouve, à vrai dire, en arrière du vaisseau pénétré, aucun plan résistant. Dans l'observation de MM. Piedelièvre et P.-E. Martin eux-mêmes, c'est « la portion toute initiale de la crosse aortique qui fut pénétrée, dans sa paroi antéro-latérale ». Il en est de même dans la première observation de MM. Leclercq et Muller et dans celle de Walscher.

D'autres fois, c'est bien le segment juxta-rachidien de l'aorte thoracique qui a été pénétré, mais par une balle venue de l'aisselle ou du dos (Stéphen Haminck, Laroque, Rouault, Perdoux, Walscher, première observation ; Makins). Même remarque, en ce qui concerne les cas de pénétration dans la veine cave inférieure, rapportés par Menuet et Ritchie, ou dans la veine pul-

monaire par White (in Bland-Sutton). A noter au passage que dans toutes ces observations le projectile est retrouvé dans l'artère fémorale ou la poplitée du côté gauche le plus souvent (deux fois sur trois).

Aussi, dans un grand nombre de ces observations, on est bien forcé d'admettre que le projectile, près de la fin de sa course, et ayant une force encore suffisante pour perforer la première paroi rencontrée, voit cependant son énergie nettement insuffisante pour perforer la deuxième paroi, qui, aussi peu résistante qu'elle puisse être, n'en représente pas moins un obstacle nouveau, sorte d'écran dont la résistance est encore accrue par la dépressibilité élastique.

Une constatation nécropsique due à Rouault appuie cette manière de voir. Cet auteur trouve, en regard d'un orifice d'entrée, sur la paroi postérieure de l'aorte thoracique, une plaie petite et superficielle de l'endartère. Nous-même, dans le cas que nous avons personnellement rapporté plus haut, avons fait une observation semblable. Dans ce même ordre d'idée, nous avons vu une balle, après avoir eu la force suffisante de traverser une aorte perfusée, n'avoir plus la force d'en perforer complètement la paroi postérieure et rester fichée dans celle-ci : les clichés et croquis explicatifs qu'on trouvera plus loin à ce sujet sont, nous le croyons, suffisamment convaincants à cet égard.

Bien plus, dans certains cas, nous avons vu la balle, arrivée à la fin de sa course ou ralentie par son passage à travers un parenchyme compact, un cartilage, venir s'arrêter au contact de l'aorte ou de la veine cave,

qu'elle frappe plus ou moins violemment par un choc direct et sans la pénétrer. Cette éventualité semble d'ailleurs s'observer à peu près uniquement avec les balles de plomb, rondes ou pointues, de petit calibre. A un stade moins prononcé toutefois, nous avons vu également la balle pénétrer la paroi antérieure de l'aorte et y rester coincée (voir figure), sa force vive étant devenue insuffisante pour traverser la colonne liquidienne en circulation dans le vaisseau et parvenir ainsi dans la lumière de ce dernier.

Il ne faut pas oublier, en effet, que la balle est chassée du canon de l'arme avec une force vive représentée par la formule : $\frac{1}{2} m v^2$. M . ne varie pas. La vitesse V diminue proportionnellement tant au chemin parcouru par la balle qu'à la résistance qui lui est offerte dans sa course. D'un maximum de valeur initiale, $m v^2$ tend constamment vers zéro. Supposons qu'au moment où la balle ayant pénétré certaines épaisseurs de tissus superposés et de densités différentes rencontre un vaisseau, elle peut très bien n'entrer en contact qu'avec sa tunique externe ou même sa gaine fibreuse périvasculaire : il n'y a pas alors pénétration, mais bien seulement confusion du vaisseau.

Nous avons remarqué ce fait maintes fois quand, après avoir exécuté des tirs à une certaine distance (plus de 6 mètres), nous prélevions l'aorte et la veine cave sur des cadavres non éviscérés mais dont l'aorte était cependant perfusée à partir de la base du cœur, à travers une brèche médiosternale telle qu'on l'utilise pour injecter les sujets de médecine opératoire. Dans

ces cas, nous trouvions la gaine des gros vaisseaux, plus particulièrement à la face antérieure, littéralement truffée, farcie, par les balles qui n'avaient pas eu la force de pénétrer la première paroi vasculaire rencontrée.

Quand et comment, maintenant, la balle, après avoir perforé la paroi, pénètre-t-elle dans la lumière du vaisseau ?

Le plus souvent d'emblée. Emportée immédiatement loin de son point d'impact par la colonne de liquide circulant, soit vers le cœur s'il s'agit d'une veine, soit vers la périphérie s'il s'agit d'une artère, se comportant dans les deux cas, à partir de ce moment, comme un projectile migrateur.

Mais après pénétration, la balle peut très bien rester sur place, nous l'avons vu, soit qu'incluse dans la paroi, soit qu'adhérente à la tunique interne du vaisseau, obturant ainsi son orifice de pénétration. Puis, sous des influences diverses, au premier rang desquelles il semble qu'on puisse, chez le vivant tout au moins, placer la désintégration du caillot, et les coups de béliet réputés produits par l'ondée sanguine, le corps étranger peut se détacher de la paroi, par suite d'altérations graduelles de celle-ci, et tomber dans la lumière du vaisseau.

Deux exemples particulièrement intéressants de ce mécanisme de pénétration en deux temps nous sont fournis par l'observation de Debeyre, rapportée par Tuffier, et celle de Rouault, rapportée par Pozzi.

A. Debeyre, parlant de la migration d'une balle qui, ayant pénétré dans la veine cave inférieure, est remontée jusqu'au ventricule droit, décrit comment, à bout de course, après avoir pénétré dans la région lombaire et glissé le long du pédicule vasculaire du rein droit, elle était allée léser la paroi postéro-externe de la veine cave inférieure. « A ce niveau, dit-il, la balle, bien qu'ayant perdu toute sa force vive, contusionne encore violemment les tuniques de la veine et s'enchâsse entre la veine et le rachis, parallèle au grand axe du vaisseau, le culot en bas. Sur la face inférieure de la paroi postéro-externe de la veine cave inférieure, on reconnaît l'ancienne loge du projectile, sertie dans un repli en nid de pigeon de la tunique interne et d'où rayonnent de nombreux plis cicatriciels, très marqués sur l'organe frais, surtout autour de l'orifice d'entrée, alors comblé, de la balle... La balle a pu se trouver d'abord accolée à la paroi de la veine, puis incluse peu à peu dans un repli dont les lèvres se sont soudées l'une à l'autre derrière elle, au fur et à mesure que la balle venait faire saillie dans la lumière du vaisseau, nichée dans la paroi, et appendue à celle-ci par sa pointe recourbée en hameçon. Finalement, la balle se trouve lancée dans toute la circulation comme un gros embolus centripète... » Il s'agirait donc, dans le cas particulier, d'une plaie sèche de la veine. Il semble donc qu'on puisse admettre aussi qu'à l'époque du traumatisme la balle fut entrée d'emblée dans le vaisseau, culot en avant, et restée accrochée à la paroi par sa pointe. Quoiqu'il en soit, c'est après avoir conservé pen-

dant plus d'un mois cette position que la balle s'est trouvée brusquement lancée dans le torrent circulatoire.

Un autre mécanisme de cette pénétration en deux temps est donné par Pozzi, qui, rapportant devant la Société de Chirurgie, le 19 décembre 1917, l'observation de Rouault, pense que la balle arrivée perpendiculairement à l'artère, avec une force vive presque nulle, épuise sa force de pénétration résiduelle en perforant la première paroi vasculaire rencontrée, qu'elle ne parvient pas à traverser, et dans laquelle elle reste fichée. Jusqu'ici rien que de très banal, nous l'avons vu. Puis, soumise par son extrémité intravasculaire à l'influence du courant sanguin, elle est mobilisée par lui, pivote, pointe en bas, et secondairement, sous l'influence de son poids, se décroche « telle la pièce de monnaie que l'on introduit dans le distributeur automatique... »

Hypothèse très séduisante et très ingénieuse, certes, que celle-ci, et fort admissible dans tous les cas où, en regard de l'orifice d'entrée sur la paroi opposée, la couche interne du vaisseau est intacte ! Mais, à notre connaissance, dans aucune observation nécropsique un tel état n'est explicitement noté par les auteurs.

On voit donc combien il est difficile de prendre position, et combien il convient d'être réservé à ce sujet.

Au reste, ce mécanisme de pénétration en deux temps, ou de pénétration retardée, est rare ; en effet, les parois vasculaires sont très susceptibles, très irritables, elles se laissent difficilement entamer par un corps étranger quel qu'il soit. L'expérience de la clini-

que et du laboratoire démontre quotidiennement qu'elles s'organisent pour leur défense, et qu'il y a formation dans ce but, de petits organes, semblables à de minuscules bourses séreuses interposées entre le vaisseau et le corps étranger, qui est maintenu à distance, le plus souvent emprisonné dans une coque fibreuse réactionnelle..

C. — VAISSEAUX HUMERO-RADIAUX

a) Vaisseaux vides

Les tirs exécutés sur les lignes de ligature de ces vaisseaux vides, entraînent, en règle générale leur section pure et simple sans pénétration : section complète de surface irrégulière, festonnée, déchiquetée, donnant l'impression d'un véritable éclatement avec assez fréquemment arrachement du vaisseau sur une certaine hauteur. C'est sans doute dans ces cas qu'il n'y a pas chez le vivant d'hémostase spontanée par recroquevillement des tuniques internes, la branche de section étant trop franche pour pouvoir être obturée par un caillot.

b) Vaisseaux pleins (perfusés)

Les tirs respectent le plus souvent les vaisseaux artériels, qui sont rarement intéressés par la trajectoire des balles. Quand il y a lésion, c'est une section complète qu'ici aussi est de règle. De fait le calibre des vaisseaux considérés ici est à peine supérieur à celui de la balle employée.

A noter cependant qu'à deux reprises, une balle a été retrouvée dans la veine humérale où elle avait pénétré à frottement dur en distendant au maximum les parois, et où elle était restée coincée.

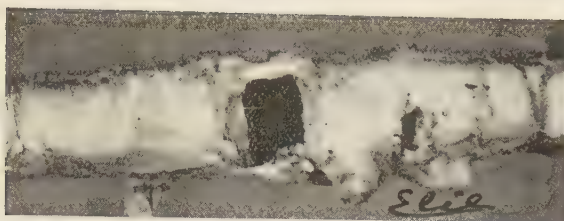


FIG. 1. — Artère fémorale vide

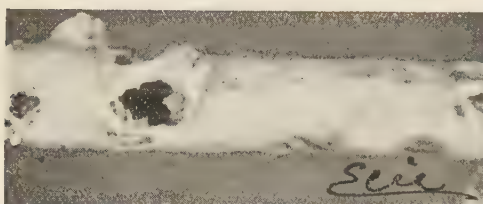


FIG. 2. — Veine fémorale vide

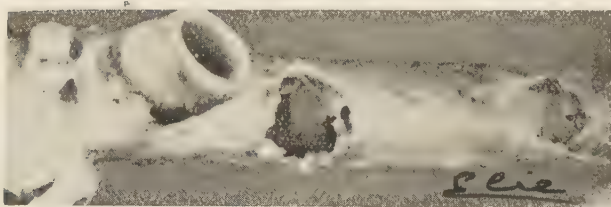


FIG. 3. — Artère fémorale perfusée (orifices d'entrées)

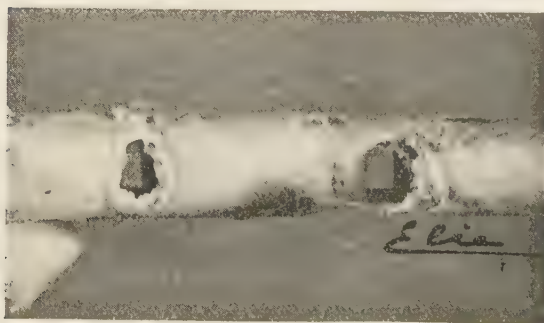


FIG. 4. — Artère fémorale perfusée orifices de sorties



(Photo Eyraud)

FIG. 6. — Vue montrant la technique employée pour la perfusion des yeux (volant) (à remarquer particulièrement à droite) l'appareil à perfusion et sur la table, le manomètre à mercure)

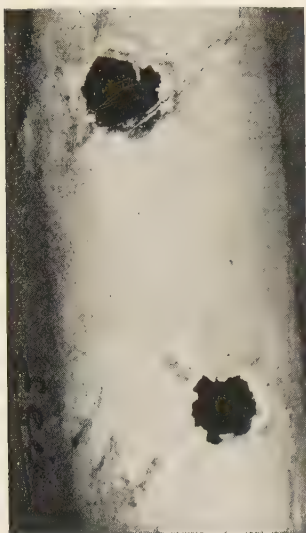


FIG. 6. — Aorte perfusée. Orifices d'entrée situés à la face antérieure du vaisseau



FIG. 7. — Aorte perfusée. En haut, plaie abrasive par tir tangentiel. — En bas, orifice d'entrée ne correspondant à aucun orifice de sortie

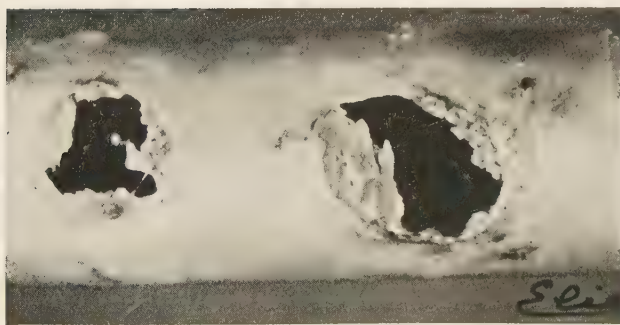


FIG. 8. — Aorte perfusée. Orifices de sortie, situés à la face postérieure du vaisseau et correspondant aux orifices d'entrée de la figure 6

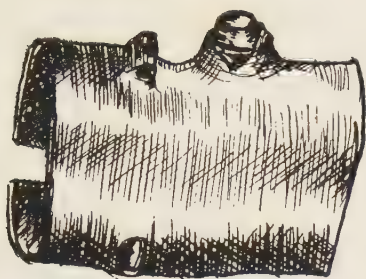


FIG. 9



FIG. 10

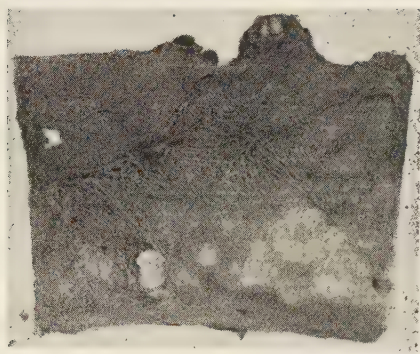


FIG. 9 bis

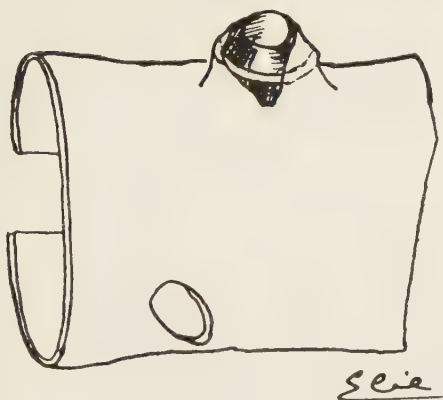


FIG. 9 ter

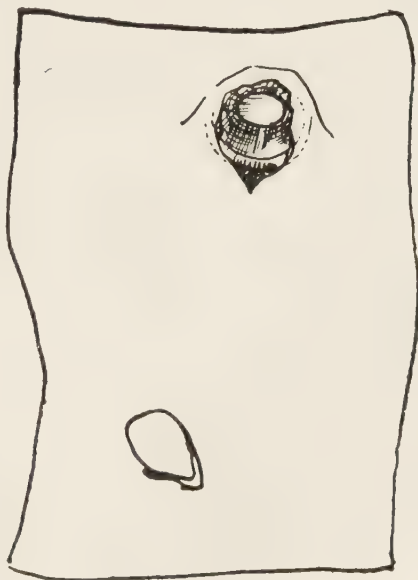


FIG. 10 bis

Photos et croquis montrant la situation d'une balle qui, après avoir pénétré la face antérieure de l'aorte et traversé la lumière vasculaire, est restée fichée dans la paroi postérieure d'où elle est ressortie incomplètement



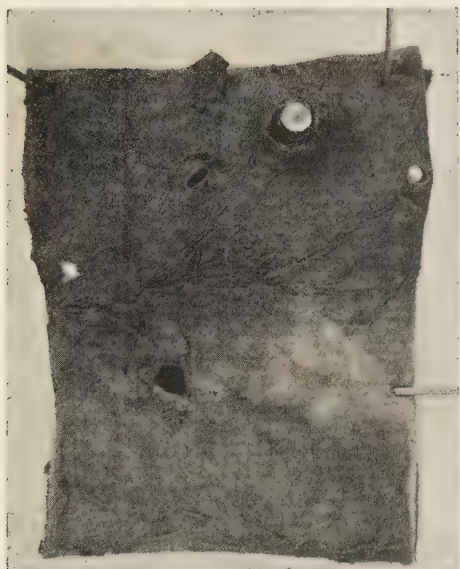


FIG. 10 ter. — Aorte figurée en 9 et 9 bis déroulée et mise à plat



FIG. 10 quater. — La même, vue par sa face interne. On remarque en bas l'orifice d'entrée, et en haut la grosse extrémité de la balle à-demi sortie



FIG. 11. — Aspect de la balle Bosquette à bout coupé

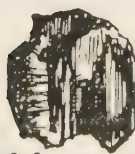


FIG. 12. — Différents aspects de la balle que nous croyons avoir pénétré dans l'aorte

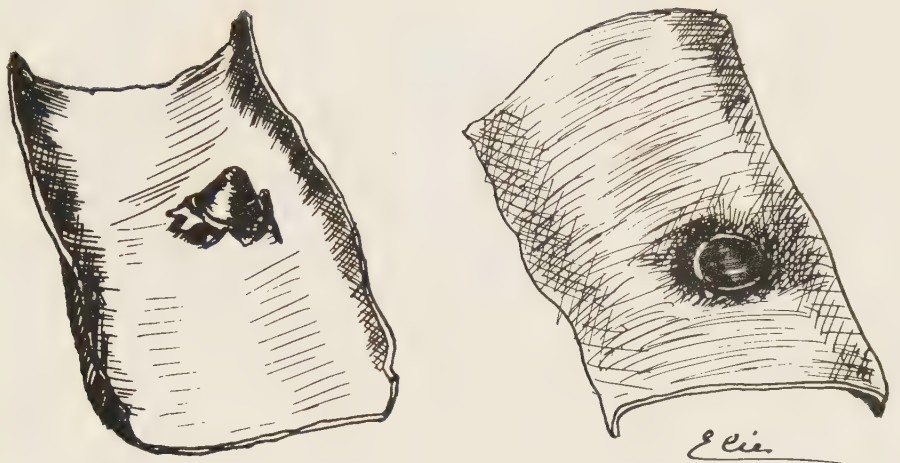


FIG. 13-14. — Croquis montrant la situation de la balle ayant incomplètement traversé la paroi antérieure de l'aorte et restée fichée dans cette paroi

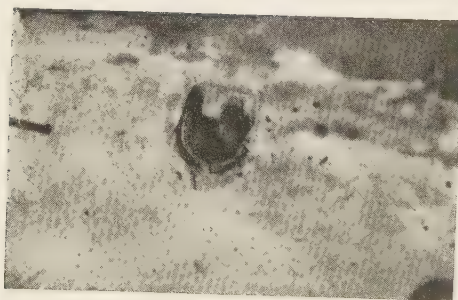
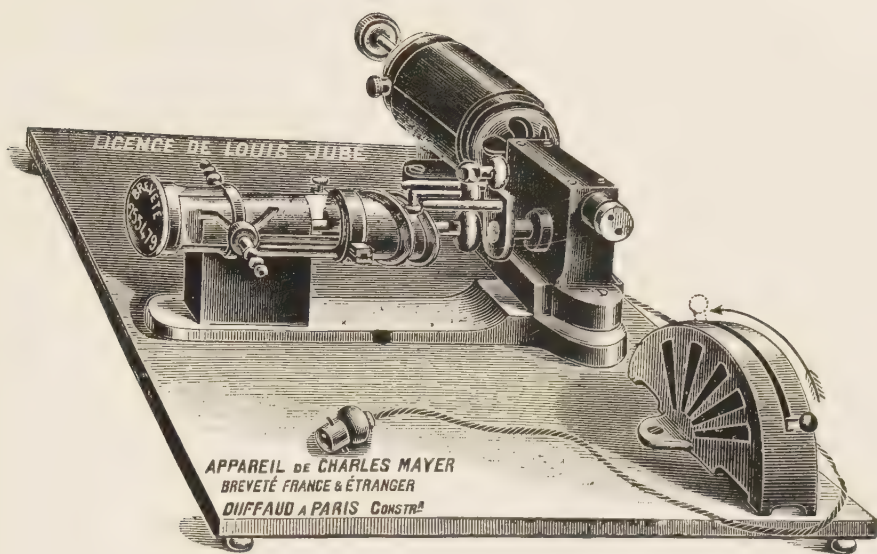


FIG. 15. — Photo montrant la saillie de la pointe de la balle à l'intérieur de la lumière aortique à travers la paroi antérieure de ce vaisseau.



*Appareil de C. Mayer ayant servi à la perfusion des vaisseaux
de petit et moyen calibre*

Les dessins à la plume illustrant ce travail sont dus
au talent de Mlle S. Bernardeau.

Les reproductions photographique sont dues à la
grande habileté technique de M. Elie Alizon, du Labo-
ratoire de Médecine Légale, et de M. Eyraud, du Labo-
ratoire de Toxicologie.



Conclusions

....

Des recherches expérimentales qui précèdent, et nous basant sur les travaux déjà existants sur la question, nous croyons pouvoir dégager de notre étude quelques conclusions, dont certaines présentent un intérêt médico-légal non négligeable.

La description des lésions anatomo-pathologiques imputables à la pénétration des balles dans les vaisseaux, ne constituant qu'un à-côté secondaire de notre travail, nous rappellerons seulement que celles-ci présentent dans la majorité des cas, des caractères morphologiques et distinctifs suffisamment tranchés pour en permettre la reconnaissance et l'identification :

— Orifices d'entrée marqués à l'emporte-pièce, d'un diamètre inférieur ou au plus égal au calibre de la balle vulnérante, du moins sur les vaisseaux riches en fibres élastiques, aux bords arrondis et réguliers, avec hernie des tuniques moyennes et internes, qui apparaissent éversées à l'extérieur.

— Orifices de sortie (quand ils existent) de dimensions toujours plus considérables sur ces mêmes vais-

seaux, avec contours irréguliers déchiquetés, et perte de substance plus ou moins étendue.

Des divers facteurs susceptibles de modifier l'aspect, la forme, les dimensions des lésions, nous retiendrons surtout l'état de réplétion de vacuité du vaisseau, son élasticité, cette dernière étant subordonnée à sa nature et à sa situation topographique.

En ce qui concerne le mécanisme proprement dit de la pénétration des balles dans les vaisseaux, il y a lieu d'énoncer tout d'abord quelques remarques générales.

— La pénétration est surtout le fait des balles de faibles dimensions du type de celles utilisées par nous au cours de cette étude, et spécialement des balles pointues de fusil ou de revolver, de 6 à 7 mm. de diamètre, projectiles dont il paraît possible, à la lumière des observations recueillies, de rapprocher certains petits éclats d'obus, de forme acérée, de poids et de volume très réduits.

— La pénétration se produit le plus souvent dans les vaisseaux de gros calibre, riches en fibres élastiques, tels que l'aorte, assez fréquemment aussi, dans certaines artères de moyen calibre (artère fémorale, artère axillaire), quelquefois dans des veines de petit calibre, mais jamais, semble-t-il, dans les artères de faible diamètre, où prédominent surtout les fibres musculaires : ces derniers vaisseaux étant le plus souvent éclatés, ou entièrement sectionnés s'ils sont intéressés par la trajectoire de la balle.

En ce qui concerne le mécanisme de la pénétration intra-vasculaire des balles, il serait téméraire, dans les

conditions instrumentales, assez rudimentaires à la vérité, dont nous disposions au cours de cette étude, d'en affirmer avec certitude la nature et les diverses modalités. Difficile à analyser dans tous ses détails, il apparaît subordonné à l'intervention simultanée de nombreux facteurs, d'inégale valeur, solidaires les uns des autres, toujours très complexes, puisque relevant autant des lois de la balistique, que de celles de l'hydraulique et de la statique tissulaire.

Sans prétendre déterminer exactement la part respective de chacun de ces facteurs, on peut néanmoins les grouper schématiquement en deux groupes :

— Facteurs dépendant du vaisseau blessé.

— Facteurs dépendant de la balle vulnérante.

Parmi les premiers, nous retrouvons ceux-là même qui influaient sur l'aspect et l'étendue des lésions pariétales : calibre, réplétion, **rapports anatomiques**, nature et topographie d'où découle la structure histologique du vaisseau. Nous n'avons pas à y revenir.

Parmi les seconds, beaucoup plus nombreux, nous rangerons la forme de la balle vulnérante, sa vitesse initiale, sa force de pénétration dans les tissus mous, d'où dépend évidemment sa capacité de pénétration, la direction du tir dont elle est issue, enfin et surtout la projection de son point d'impact : celle-ci pouvant être perpendiculaire, oblique, ou presque tangentielle par rapport au diamètre du vaisseau, voire même parallèle à l'axe longitudinal de ce dernier.

Il nous semble, en définitive, qu'on puisse empiriquement concevoir deux modes de pénétration très différents l'un de l'autre :

— D'une part la pénétration combinée à la transfixion, où la balle après avoir pénétré par effraction dans la lumière vasculaire, ressort de celle-ci en perforant la paroi située à l'opposé de son orifice d'entrée.

— D'autre part, la pénétration simple, où la balle ne ressort pas du vaisseau après y avoir pénétré, mais bien au contraire :

— Ou bien tombe dans la lumière, et devenant projectile migrateur, se laisse emporter loin de son point d'impact par le sang circulant.

— Ou bien ressort incomplètement du vaisseau, soit que sa force vive soit brusquement devenue insuffisante, soit que celle-ci ait dans certains cas été absorbée, comme nous l'avons vu, par un obstacle résistant au contact immédiat du vaisseau.

— Ou bien reste fixée dans la première paroi pénétrée, au lieu même de cette pénétration, la balle faisant simplement saillie dans l'âme du vaisseau.

Nous pensons, en conséquence, qu'il y a pénétration combinée à la transfixion, dans quatre éventualités bien déterminées :

1° Quand le vaisseau pénétré (et cela quels qu'en puissent être la nature et le calibre) est privé de son support liquidien : ses parois flasques, inertes et déprimées étant au contact l'une de l'autre, et la lumière vasculaire ne formant plus dans ces conditions qu'une cavité virtuelle. La surface vulnérable presque plane, et en tout cas d'épaisseur négligeable offerte par le vaisseau dans ces conditions, est alors facilement transpercée par la balle.

2° Quand il s'agit d'une veine de moyen calibre, toujours plus volumineuse que son artère satellite, qu'elle déborde le plus souvent. La forme grossièrement rubannée de la veine, ses parois toujours plus minces que celles de l'artère, n'opposent alors qu'une résistance infime à la force vive et déjà si atténuée qu'elle puisse être, de la balle vulnérante.

3° Quand il s'agit d'une veine pleine, de calibre voisin ou légèrement inférieur à celui de la balle : la veine pouvant dans certains cas, nous l'avons vu au cours de nos expériences, se laisser distendre et traverser à frottement dur par le projectile, alors que l'artère de même calibre, quand elle est touchée par la balle, est le plus souvent sectionnée et éclatée dès le début de la pénétration.

4° Quand il s'agit de vaisseaux de moyen et plus particulièrement de gros calibre, en état de réplétion :

— Artère sous-tendue par la pression artérielle moyenne, périodiquement renforcée par l'ondée systolique.

— Veine gorgée de sang par la circulation continue de retour.

Mais sous cette réserve expresse que le point d'impact de la balle et l'axe de cette dernière :

— Ou bien soient perpendiculaires à l'axe longitudinal du vaisseau, et correspondent exactement au diamètre de ce dernier, qui est ainsi frappé de plein fouet.

— Ou bien soient obliques par rapport au diamètre du vaisseau, mais restent toujours franchement séquents par rapport à ce dernier, déterminant ainsi la

formation d'une blessure en séton, dont les orifices d'entrée et de sortie, sont d'autant plus proches l'un de l'autre que l'axe du tir se rapproche de la tangente, et pouvant par suite finir par se confondre.

De même, nous pensons qu'il y a pénétration simple, c'est-à-dire que la balle ne ressort pas du vaisseau après l'avoir pénétré, dans trois cas bien déterminés :

1° Quand il s'agit d'une artère de calibre indifférent, mais en état de réplétion et de pulsatilité, surtout quand elle est très mobile (segment moyen de l'artère fémorale, par exemple), ou flexueuse : elle fuit alors en quelque sorte devant la balle, dont la trajectoire devient par suite le plus souvent tangentielle, par rapport à l'axe diamétral du vaisseau. Dans ce cas, l'artère esquivant au maximum l'impact de la balle, peut très bien n'être qu'abrasée par le frôlement du projectile, dont la pénétration incomplète se traduira comme nous l'avons vu par une simple plaie allongée et très étroite.

2° Quand la force vive, que nous appellerons ici le pouvoir perforatif de la balle, et qui dépend de sa vitesse de pénétration, de l'épaisseur et de la nature des obstacles et tissus mous préalablement traversés, est juste suffisante pour traverser la première paroi rencontrée (qu'il s'agisse d'une artère, comme dans le cas de Rouault, ou d'une veine, comme dans le cas de Debeyre, mais, néanmoins, d'un vaisseau plein) et juste insuffisante pour perforer, du moins complètement, la paroi opposée. Sans être très fréquent, ce mécanisme est moins rare qu'on pourrait le croire tout d'abord, nous l'avons vu.

Nous avons même constaté que la force vive pouvait dans certains cas être tellement atténuée, qu'elle était juste suffisante pour assurer la pénétration incomplète de la balle dans la première paroi vasculaire rencontrée et dans laquelle le projectile restait fiché.

3° Quand la seconde paroi intéressée par le projectile est au contact d'un plan dur (cas de l'aorte étayée par le rachis) qui « encaisse » en quelque sorte le choc, et absorbe la force vive résiduelle de la balle ; celle-ci, retombant alors par son propre poids, ou étant renvoyée par rebondissement dans la lumière des vaisseaux, ainsi que Piédelièvre l'avait déjà pensé, et ainsi que nous croyons l'avoir nous-même observé.

Nous rappellerons en terminant, que la pénétration simple, non suivie de transfixion complète, peut s'effectuer de deux manières :

— Elle est le plus souvent immédiate ou instantanée, c'est-à-dire que le projectile, après avoir pénétré d'emblée dans la lumière vasculaire, est emporté comme nous l'avons dit, par le courant sanguin, loin de son point d'impact pour obéir dès lors aux lois si bien étudiées par Achard et Binet, Binet et Péron, et qui régissent la migration des corps étrangers métalliques dans le courant circulatoire.

— Elle peut être retardée (surtout quand il s'agit d'une veine), la balle restant d'abord fixée dans la paroi, et obturant ainsi la solution de continuité formée par son orifice de pénétration. Puis, sous des influences déterminées, au premier rang desquelles viendront se placer la désintégration du caillot et les coups de bé-

lier de l'ondée sanguine, le projectile pourra se détacher tardivement et pénétrer enfin **totale-ment dans la** lumière vasculaire. Nous avons dit pourquoi ce mécanisme qui existe indiscutablement ne nous paraît cependant qu'absolument exceptionnel.

VU : *Le Président de Thèse,*
BALTHAZARD.

VU : *Le Doyen,*
ROUSSY.

VU ET PERMIS D'IMPRIMER :
Le Recteur de l'Académie de Paris,
CHARLETY.

Index Bibliographique

....

On trouvera, classées méthodiquement, dans l'index alphabétique ci-dessous, que nous nous sommes efforcé de rendre aussi complet et aussi précis que possible, toutes les références bibliographiques, tant françaises qu'étrangères, assez peu nombreuses à la vérité, et qui intéressent le sujet faisant l'objet de notre travail.

- ACHARD (Ch.) et BINET (L.). — Recherches expérimentales sur la migration des corps étrangers métalliques dans le courant circulatoire. *Bull. de l'Acad. de Médecine*, n° 80, p. 72, 10 juillet 1918.
- ACHMATOWICZ. — Cas d'une blessure veineuse. *Polska Lekarska Gazeta*, n° 1, 3 janv. 1932.
- ASCOLI. — Projectile libre de l'oreillette droite après passage à travers la veine cave inférieure. *La malattia del Cuore*, 1^{er} janv. 1917, et *La Clin. Chirurg.* 1916, t. XXIV, p. 377.
- BALTHAZARD. — Précis de Médecine Légale. Baillière, Paris, in-8, 5^e édition, 1935.
- BINET (L.) et PÉRON (N.). — La migration intra-vasculaire des projectiles de guerre : étude clinique et expérimentale. *Presse Médicale*, n° 34, 28 avril 1926.
- BLAND-SUTTON. — A lecture on missiles as emboli. *London Medical Lancet*, t. 1^{er}, 1919, p. 773.
- BRÜNING. — Beiträge zur Untersuchung und Beurteilung von Geschossen Waffen Einschüssen. *Arch. für Kriminalogie*, Berlin 1926.
- CARRARA. — Orifices de sorties. *Annales de méd. lég., criminal et police scient.*, 1927, p. 567.

- CHALIER et MURARD. — Région termino-aortique. *Revue de Chirurgie*, 1912, p. 261.
- CHAVIGNY. — Recherche des projectiles au cours des autopsies médico-légales. *Annales méd. lég.*, 1926, p. 533.
- Balles renversées, balles dum-dum, balles explosives : lésions qu'elles provoquent. *Annales hyg. publ. et méd. lég.*, mai 1916 et 1917, p. 257.
- L'expertise des plaies par armes à feu. Paris 1918.
- DELORME. — Précis de Chirurgie de guerre, Masson, 1914. — War Surgery, London, Lewis, 1915.
- CUTLER (E.-C.). — The migration of a shell fragment from the inferior vena cava, to right pulmonary artery case report. *Military Surgeon*, 1923, t. LIII, p. 264-267.
- COUR (G. de la) et STEPHENS (H.-E.-R.). — Injuries to blood vessels and their sequelae. *Military Surgeon*, t. LXVI, avril 1930, p. 463.
- CURTILLET (E.). — Les projectiles intravasculaires migrants. *Journal de Chirurgie*, t. XLIV, 5 novembre 1934.
- DAMOND (R.). — Sur la migration des projectiles dans l'appareil circulatoire. *Thèse de Paris*, 1925-1926, n° 547.
- DEBEYRE (A.) et LORGNIER. — Migration d'une balle de la veine cave infér. au ventricule droit. *Bull. et Mém. Sté Chirurg. Paris*, 27 février 1918, tome XLIV, p. 442, et *Leçon au Centre d'Instruct. de Zuydcoote*, nov. 1917.
- DEBEYRE (P.). — Les projectiles de guerre dans l'appareil circulatoire et leurs migrations. *Thèse Paris*, 1918-1919, n° 61.
- DERÔME (W.). — Expertise en armes à feu. 1 vol., Montréal 1929.
- DERVIEUX. — Discussion d'une communication de MM. Lelercq et Müller. *Annales de méd. lég.*, 1930, p. 38.
- DESFOSSÉS. — Etude médico-légale sur les blessures par revolver. *Thèse Paris* 1886.
- DUFRENOIS, RISSER et ROUSSIER. — Les méthodes actuelles de la balistique extérieure. Paris 1921.
- DUVAL (P.) et BARNSBY. — Balle de fusil dans le segment péricardique de la veine cave infér. *Sté de Chirurgie*, 26 juin 1918, t. XLIV, p. 1138.

- FIOLLE (J.). — Plaies sèches des gros vaisseaux. *Bull. et Mém. Sté Chirurgie Paris*, 4 oct. 1916, t. XLII, p. 2209.
- FORTHOMME (E.). — Contribution à l'étude des projectiles migrants. *Thèse Paris*, 1917-1918, n° 135.
- FRAENKEL. — Über nahes schüss des scheinbeins, in besonderer der Browning pistole. *Verhandl der VII Tagung der Deutsch. Gesellschaft*.
- FREDET. — Perforations de l'artère poplitée. *Bull. et Mém. Sté Chirurgie Paris*, 16 nov. 1915.
- FREUND et CASPERHOLM. — Rapportés par JAFFI in thèse FRITSCH.
- FRITSCH. — De la migration des projectiles de guerre dans les vaisseaux. *Thèse Lyon*, 1920-1921, n° 100.
- FRY. — Rapporté par BLAND-SUTTON, 1919.
- FULLEURTON (A.). — Missiles as emboli. *London Medical Lancet*, 1919, p. 913.
- GÉNONCEAUX et WELSCH. — Recherches expérimentales sur les procédés destinés à fixer la direction des coups de feu. *Arch. internat. méd. lég.*, 1912, p. 95.
- GODDARD. — La puissance d'arrêt des projectiles. *The Military Surgeon*, n° 2, février 1935.
- GORONCY. — Pathogenesis of ruptures of aorta. *Deutsche zeitschrift f. d. ges. Gericht. Med.*, t. X, p. 235, 16 août 1927.
- GOSSOT et LIONVILLE. — Balistique intérieure. Paris 1922.
- HAMINCK (Steph.). — 1840. Rapporté par BLAND-SUTTON.
- HÉLIE. — Traité de Balistique expérimentale. Paris 1884, 2^e édit., t. II.
- HOGAN (J.-F.). — Migration of a bullet. *Journ. of Americ. Medic. Assoc.*, 16 mai 1931, p. 1682.
- JAFFI. — Cité par FRITSCH.
- JONES (J.). — Arter, vein. anevr. of left poplit arter. and vein follow. gunshot wound. *China Med. Journ.*, tome XXXVIII, octobre 1924, p. 832.
- JOURNÉE (Général). — Etude sur les ricochets. *Ecole normale de tir*, 1890.

- KROH. — Durchpieste arteria on vena subclavia und ductus thoracicus. *Zentralblatt für Chirurg.*, t. LIX, n° 38, 17 sept. 1932, p. 2282.
- LAPORTE. — Eclat d'obus mobile de la veine fémorale droite. *Soc. de Chir.*, 1917. Voir égal. : *Presse Médic.*, 5 juill. 1917.
- LAPEYRE. — Trois observations de plaies artérielles. *Réun. médico-chirurg. de la V^e Armée*, in *Presse Médic.*, n° 48, du 24 juin 1916.
- LA ROQUE (G.-P.). — Penetrating bullet. wound of thoracic aorta, followed by lodgment of bullet. in femoral artery. *Annals of Surgery*, juin 1923, p. 827.
- LECLERQ et MÜLLER. — Les balles migratrices (deux observations). *Annales de méd. lég.*, 1930, p. 33.
- LYLE (Henry H. M.). — Migration of a shell fragment from right femoral vein to right ventricle of hearth. *Journal of American Medical Association*, 17 févr. 1917, p. 359.
- MAISONNET. — Trois observations de blessure des vaisseaux du cou. *Réunion médico-chirurg.*, V^e Armée, in *Presse Méd.*, 1916, n° 38, p. 301.
- MAISONNET. — Wounds of vessels by war projectiles in front area. *Military Surgeon*, t. LXVI, p. 477-490, avril 1930.
- MAKINS. — On the vascular lesions and their results. *British Journal of Surgery*, janvier 1916.
- Gunshot injuries to the blood vessels. Win. Wood and Co, 1919, p. 119.
- MARXER. — Aneurysma der Arter. femor. durch Schusverletzung. *P. Brun's Beiträge zur Klinische Chirurgie*, 19 octobre 1932, p. 494, t. CLVI, fasc. 4.
- MATAS. — *Keen's Surgery*, t. VII, p. 714.
- MAZET. — Rapporté in thèse FORTHOMME. Paris 1918, n° 135.
- MELSSENS. — Sur le passage des projectiles à travers les milieux résistants. *C. R. A. S.*, 1867, t. LXV, p. 565, et 1869, t. LXXX, p. 114.
- MENUET (F.). — Migration d'un projectile de guerre. *Bull. Acad. de Méd.*, 19 févr. 1918, t. LXXIX.
- MONTI. — *Mallattie del Cuore*. Mars 1917.
- MORESTIN. — *Archives Générales de Médecine*, 1903, t. II, p. 2380.

- MURARD. — Ruptures de l'artère humérale par balle. *Lyon Chirurgical*, décembre 1915.
- O'NEILL (C.-S.). — Fragment of a shell in the arterial circulation. *British Medical Journal*, London, 1^{er} déc. 1917, p. 719.
- PATEL. — Eclat d'os situé dans la lumière de l'artère axillaire. *Paris Médical*, 1918, p. 125.
- PAWLOSKI. — Les séquelles des plaies par arme à feu de l'abdomen. *Lekarz Wojskowy*, t. XXVI, n° 8, 1935.
- PICQUET (P.). — Les ruptures artérielles traumatiques. *Thèse Paris*, 1905-1906, n° 437.
- Rupture de l'artère fémorale par coup de feu. *Bull. et Mém. Sté Chirurgie Paris*, 15 juin 1915.
- PIÉDELIEVRE et ETIENNE-MARTIN (P.). — Projectiles migrants. Condition de pénétration des projectiles dans les vaisseaux. *Presse Médicale*, n° 83, 1^{er} novembre 1933, p. 1681.
- PIÉDELIEVRE (R.). — La constitution des orifices d'entrée des balles dans la peau. *Rapport au XII^e Congrès de Méd. Lég. de langue franç.* *Annales de Médec. Lég.*, juin 1927.
- POLICARD (A.). — Evolution des plaies de guerre. Masson, 1918, un vol. in-8.
- PONZIO (M.). — Projectile pervenuto per via venosa e libero nel ventricolo destro del cuore. *Riforma medica, Napoli*, 1918, t. XXIV, p. 834-36.
- RITCHIE. — Rapporté par BLAND-SUTTON.
- ROBINE (Paul). — Les hémorragies dans les orifices d'entrée des coups de feu (1932). *Thèse Paris* 1932-1933, n° 83.
- ROUAULT. — Plaie par balle de la crosse aortique, balle tombée dans l'artère fémorale gauche. *Bull. et Mém. Sté Chirurgie Paris*, 19 déc. 1917, t. XLIII, p. 22-64, rapport : S. Pozzi.
- SAINT-AVID et LÉONARD. — Migration d'un projectile de guerre de la cuisse au poumon. *Presse Médicale*, 28 avril 1926, p. 532.
- SENCERT (L.). — Les blessures des vaisseaux. Paris, Masson 1917. Collection Horizon.

- SHAW, CUNNINGHAM, B. MANKOFF. — Projectile dans le côté droit du cœur avec point d'entrée inusité. *Journal of Amer. Med. Assoc.*, t. I^{er}, 19 juillet 1924, p. 194.
- SÖDERMAN. — L'expertise des armes à feu courtes. Un vol. Lyon 1928.
- SPECHT. — In *München Med. Woche* 1917. Rapporté par FRITSCH. *Thèse Lyon*, 1920, n° 100.
- VIANNAY. — Balle située dans l'artère pulmonaire. *Lyon Chirurgical*, 1919, p. 14.
- TEGELER. — Rapporté par BLAND-SUTTON.
- WALCHER. — Über embolische verschleppung von Flobert Kugeln Mitteilung von Zwei weiteren Fällen. *Zentralblatt für Chirurgie*, t. LIX, n° 20, 14 mai 1932, p. 1220-1225.
- WHITE. — Rapporté par BLAND-SUTTON. Cité par CURTILLET.
- X... — Projectile carried in the inferior vena cava to the hearth. *London Medical Lancet*, 1918, t. I^{er}, p. 445, 23 mai 1918.

